OFPPT

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail

DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION

VERSION EXPERIMENTALE

RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES

MODULE 04	CONNAISSANCE DES DIFFERENTS MATERIAUX DE CONSTRUCTION

SECTEUR : BTP

SPECIALITE : CHEF DE CHANTIER TRAVAUX PUBLICS

NIVEAU : TECHNICIEN

C-Utiliser convenablement les matériaux artificiels non cuits

<u>Les mortiers</u>

I- Généralités :

II - Les dosages

III - Les composantes des mortiers

IV - Caractéristiques et propriétés des mortiers :

V - Fabrication des mortiers :

<u>les adjuvants</u>

I - Définition

II - Catégories et rôle des adjuvants

III - Normes, dosage et efficacité des adjuvants

<u>Béton et béton arme</u>

I- propriétés générales des bétons

II - Diverses sortes de bétons

III - Préparations du béton

IV - Détermination de la composition du béton

VI- Coffrages

:

CONNAISSANCE ET UTILISATION DES DIFFERENTS MATERIAUX DE CONSTRUCTION

classe 65	190	90	65

Dimensions normalisées des briques perforées.

Longueur (mm)	Largeur (mm)	Hauteur (mm)	Poids moyen par brique en kg
290	140	90	4,800
290	90	90	3,250
190	90	90	2,000

b- Briques légères :

Elles sont obtenues en ajoutant à l'argile une matière inflammable (charbon, liège, polystyrène) qui disparaît sous forme de gaz au moment de cuisson. Ainsi leurs poids est léger et sont probablement employées pour les cloisons légères.

c- Briques réfractaires :

Elles sont obtenues en mélangeant des matériaux argileux déjà cuits avec du quartzet de la terre alumineuse, l'ensemble doit être de nouveau cuit. Ces briques résistent aux t° élevées pour les employer aux revêtements des fours et les conduites de fumée.

Dimensions des formats courants : 216 x 107 x 53 (mm)
250 x 125 x 65 (mm)
220 x 110 x 20 (mm)

d- Propriétés et qualités des briques :

d_1- Résistance à la compression :

La résistance à la compression de la brique est exigée de 80 kg/cm² tandis que celle de la maçonnerie est de 10 kg/cm² grâce à la présence des joints.

d_2- Porosité :

La brique est un matériau poreux, ce qui diminue souvent la résistance à la compression, cette porosité est mesurée comme suit : D'abord sécher la brique, la tremper dans l'eau pour se remplir.

La différence de poids entre la brique sèche et la brique trempée donne le poids de l'eau absorbée ; ce poids divisé par le poids original et multiplié par 100 donne la porosité ou le pourcentage d'absorption d'eau, ce pourcentage est souvent limité à 15 % au maximum.

ou P% = (P_H-Ps /Ps) x 100

Les éléments pour les encadrements de portes et de fenêtres, seuil de fenêtre, marche d'exalier et contremarches, peuvent être obtenues dans le commerce sous des profils et des couleurs différents vernissés ou non.

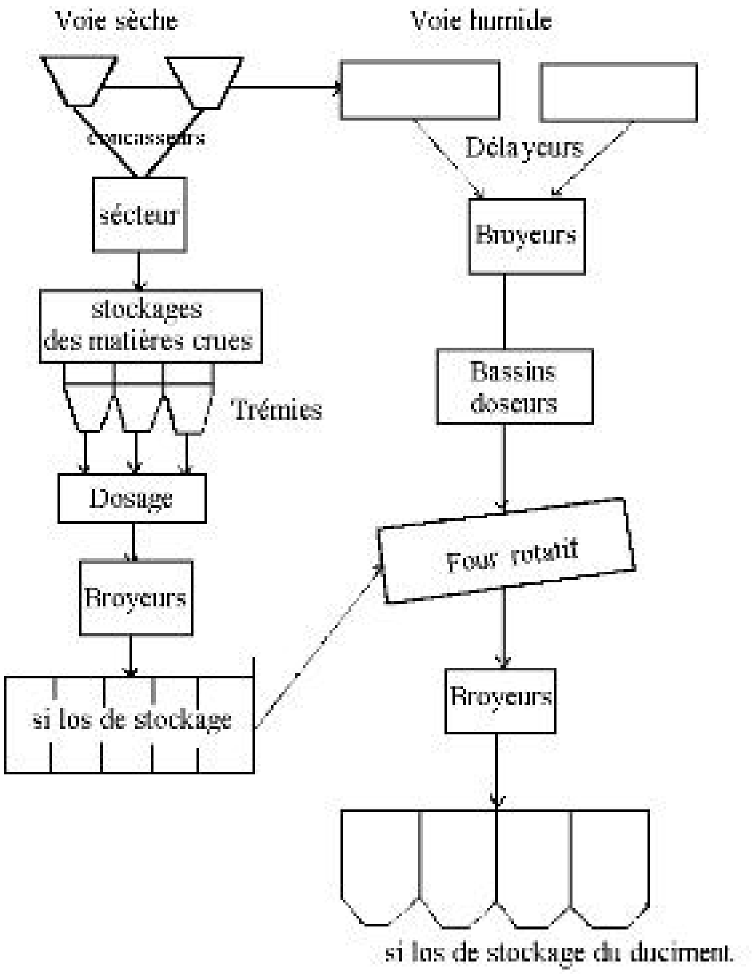
Les couvre-murs peuvent être obtenus de deus types : avec simple versant et avec double versant. Leur longueur varie de 33 à 50 cm.

Le travail se fait d'une manière continue en retirant les matières calcinées par le dessous au fur et à mesure que l'on place de nouvelles couches par le dessus.

La cuisson dans ce type de four a l'inconvénient de faire perdre une partie des qualités des matières obtenues à cause du contact direct des matières premières avec le combustible, mais a l'avantage d'assurer une plus grande régularité du produit cuit et une économie de combustible.

Dans la première zone se produit la déshydratation accompagnée d'un préchauffement de la matière. La deuxième zone et la zone de décarbonatation qui commence aux environs de 900°C. La troisième zone et la zone de cuisson qui débute vers 1100°C où la matière est clinkerisée.

A la sortie du four le clinker dont la t° est supérieure à 1000°C, tombe dans des refroidisseurs.



- Schéma de la fabrication du ciment-

Le clinker refroidi est stocké afin de compléter le refroidissement de permette l'extinction de faible proportion éventuelle de chaux libre, enfin pour constituer une stock régulateur.

Additionnée de gypse dans les proportions voulues, le clinker est envoyé dans des broyeurs.

La poudre fine ainsi obtenue est envoyée dans des silos ou il est bon de laisser séjourner un certain temps avant de l'ensecher.

H.R.I.C	400
H.R.I.P	400

a-6 Ciments de laitier à la chaux (C.L.X)

Produits résultant du mélange parfaitement homogénéisé et finement mouler de chaux grasse ou hydraulique et de laitier ce dernier entrant dans le mélange dans la proportion de 70% au minimum.

Les ciments de laitier à la chaux sont des classes 100 et 160.

a-7 Les ciments métallurgiques sur sulfatés (C.S.S).

Produits obtenus par mélange bien dosé et homogénéisé de la laitier et de sulfate de chaux en proportion telle que la tenant au SO_3 du mélange soit supérieure à 5% avec une petite quantité d'un catalyseur qui peut être de la chaux, du clinker ou du ciment.

Les C.S.S existent dans les classes 325 et 400.

a-8 Ciments naturels (C.N)

Produits résultant de la mouture de roches clinkérisées qui sont obtenus par la cuisson à température convenable de calcaire marneux dont la composition est très régulière et voisine des mélanges d'argiles et de calcaires servant à la fabrication des C.P.A.

Les C.N sont de la classe 160.

a-9 Ciment à maçonner (C.M)

On appelle ciments à maçonner des ciments dont les éléments essentiels sont identiques aux éléments constitutif de C.P.A, dont les propriétés et le comportement dans les milieux courants sont semblables à ceux de ces ciments, mais dont la fabrication ne donne pas le garanties de résistance, de régularité et d'homogénéité aussi élevées que celles que donne la fabrication par vie artificiels des C.P. Les deux classes des cette catégorie sont: 160 et 250.

a-10 liants à maçonner (L.M).

On appelle liants à maçonner les produits hydraulique, à prise lente ou demi - lente, fabriqués par les mêmes procédés que les C.M, ils diffèrent seulement de ceux-ci par leur résistance un peu mains élevée.

Les L.M sont de la classe 100.

b- Les ciments non normalisés.

a- La chaux hydraulique :

S'obtient par cuisson de calcaire ayant une grande teneur d'argile variant de 5 à 22% et qui contient de l'alumine silicique.

La chaux hydraulique c'est de la chaux durcissant plus rapidement sous l'eau sans être au contact de l'air.

a-1- Différentes catégories de chaux hydrauliques :

La chaux hydraulique se divise en 4 catégories d'après la durée de la prise et le degré d'hydraulicité.

Catégorie	% d'argile dans le calcaire	Index d'hydraulicité	durée de la prise
Chaux faiblement hydraulique	5 à 8%	0,1 à 0,16	16 à 30 h
Chaux moyennement hydraulique	8 à 15%	0,16 à 0,31	10 à 15 h
Chaux normalement hydraulique	15 à 19%	0,31 à 0,42	5 à 9 h
Chaux éminemment hydraulique	19 à 22%	0,42 à 0,5	2 à 4 h

Rq : L'index d'hydraulicité est calculé en fonction des rapports de poids entre la silice (SiO_2), l'alumine (Al_2O_3) et l'oxyde de fer (F_2O_3) trois (3) substances contenues dans le calcaire ; il indique l'hydraulicité de la chaux c.à.d son aptitude à durcir au contact de l'eau.

a-2 Utilisation :

L'utilisation de chaux hydrauliques est intéressante pour tous les travaux de maçonnerie courante : Fondations, mortiers de joints et d'enduits , etc.

L'emploi avec les ciments sous forme de mortiers bâtards donne des enduits généralement moins sujet à la fissuration et plus imperméables.

b- La chaux grasse ou aérienne :

S'obtient par la cuisson de calcaire carbonique. L'acide carbonique s'élimine à la cuisson et la roche cuite est de la chaux presque pure (90% d'oxyde de calcium).

Elle n'est pas hydraulique, elle ne durcit qu'on contact de l'acide carbonique contenu dans l'air.

b-1 Utilisation :

La chaux grasse est très appropriée comme enduit intérieur, elle peut aussi servir de chaux blanche, car elle peut facilement se combiner à l'acide carbonique de l'air et ainsi se pétrifier.

b- Conservation :

Etant donné que ce matériau est trop hygroscopique il doit être conservé en un endroit très sec. Si non il se détériore rapidement.

Utilisation : Le plâtre semi-hydraté s'ajoute au mortier à chaux afin d'accélérer le durcissement, d'avoir un aspect blanc et de réduire le retrait.

Ce dosage est utilisé lorsqu'il s'agit d'un mortier de chaux grasse (exemple : 1 volume de chaux pour deux volumes de sable) ou encore dans le cas de fabrication de mortier en petites quantités.
L'unité de mesure peut être le seau (trois seaux de sable pour un seau de ciment).
Pour les ciments à prise rapide, le dosage est souvent volumique.

d'en changer les données soit volontairement pour des raisons d'économies soit involontairement par négligence.

déchets industriels de toutes natures (rejeter les eaux acides, les eaux séléniteuses contenant du plâtre, les eaux croupissantes). Les avis différents sur l'emploi de l'eau de mer, elle est à éviter s'il s'agit de liant à forte teneur en chaux libre. Par contre, certains liants résistant bien aux eaux de mer tels que les ciments à base de laitier, ciments alumineux, ciments sursulfatés et ciments silicieux.

Certains fluidifiants un effet retardateur de prise, il est alors nécessaire de veiller particulièrement à la dose prescrite et à la somme répartition du produit dans la masse.

2-5- Les retardateurs de prise :

Ce sont des produits qui permettent d'allonger la période de temps durant laquelle le béton reste plastique et maniable. En peut citer les phosphates, les sulfate (en particulier le gypse ajouté au ciment au stade de sa fabrication) et les sucres connue retardateur.
Les principaux usages des retardateurs sont les suivants :

Il faut observer les mêmes précautions que pour les adjuvants de base, vérifier par ailleurs les risques de corrosion.

2-8- Les hydrofuges de masse :

Ce sont des poudres ou des liquides qui conférant aux bétons des mortiers, des propriétés

La majorité des adjuvants pour béton viennent sous forme liquidé, soit en solution aqueuse, soit à l'état d'émulsion, cela permet une meilleure dispersion de adjuvant à travers le mélange et, par le fait même, une meilleure homogénéité du béton.
La façon de doser les adjuvants est généralement fonction de la nature de ceux-ci, les adjuvants minéraux employé en poudre sont dosés par masse, on exprime .alors le dosage en kilogramme d'adjuvants par mètre entre de béton à produire. On dose les adjuvants liquides

par volume et on exprime habituellement le dosage en millimètres par 100 kilogrammes de ciment. Les mana facturiers adjuvants fournissent pour leur produit les dosages recommandés toute fois, ces valeurs sont approximatives et il vont mieux déterminer expérimentalement pour le mélange de béton qu'on utilise le dosage optimal c'est à dire celui qui donne le meilleur rapport efficacité/coût. Le moment où on introduit l'adjuvant dans le mélange inclue sers son efficacité. L'adjuvant peut être introduit en même temps que les granulats, le ciment ont l'eau, on encore après que tous ingrédients aient été malaxés ensemble lorsqu'on en emplir dans un mélange de béton deux on plusieurs adjuvants , ceux-ci doivent dans certains cas, être introduits suivant un ordre précis, par exemple, les agents accélérateurs de prise sont habituellement ajoutés en tout dernier lieu à ce sujet, il est préférable de se fier aux recommandations du fabricant.

Lorsqu'on détermine le dosage optimal d'un adjuvant, on doit aussi tenir compte des effets négatifs ou indésirables que peut avoir un tel produit, par exemple, la poudre d'aluminium un agent expansion est généralement ajouté en faible quantité (moins de 1% de la masse du ciment), pour produire une légère expansion de la pâte de ciment, pour contre, lorsqu'on veut une expansion plus importante, c'est à dire avec des dosages plus élevés de cette substance, il y a une diminution très considérable de la résistance et de la durabilité .

Plusieurs autres factures facteurs modifient l'efficacité des adjuvants pour exemple, le malaxage doit être assez long pour permettre la dispersion du produit et l'homogénéité du mélange. La température du béton, son affaissement, le dosage en ciment du mélange, les caractéristiques des granulats et les conditions de transport et de mise en place constituent autant de facteurs qui peuvent améliorer ou le plus souvent diminuer l'efficacité des adjuvants.

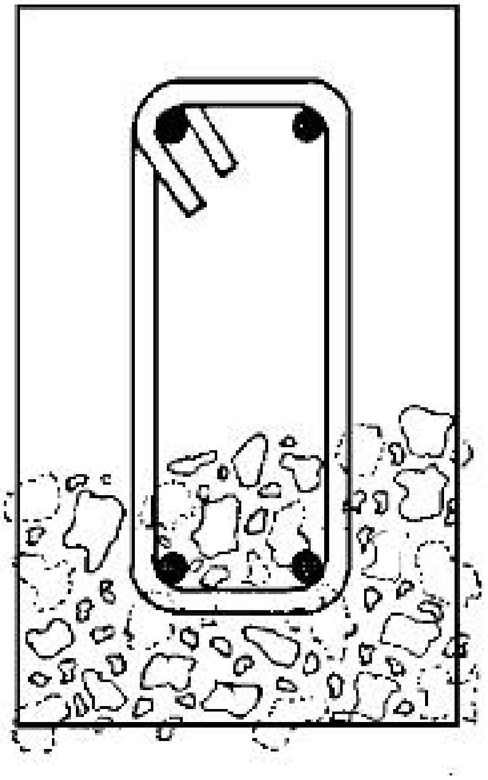
3 - EMPLOI D'ADJUVANTS

Il conviendra d'employer un adjuvant (plastifiant ou fluidifiant) lorsqu'on cherchera à atteindre une résistance assez élevée tout en conservant une plasticité suffisante (voir exemple béton normal D = 25 mm).
Il conviendra alors de suivre scrupuleusement les indications données par le fabricant de l'adjuvant car il peut se faire qu'une certaine dose fournissant des résultats favorables, une dose plus forte entraîne une diminution de la qualité du béton ; il est rappelé que le dosage en eau s'en trouve alors diminué en plaçant le point D' sur la droite "Dosage en eau avec adjuvant".

4 - CONCLUSION

Il doit être bien entendu que cette méthode n'est qu'approximative et a pour seul but de trouver une solution approchée qui sera précisée en fonction des nécessités du chantier, ce qui ne veut pas dire que l'on se bornera à ajouter de béton en s'inspirant des principes exposés dans la présente notice le but recherché : "qualité-sécurité" sera atteint.

important sera le retrait du béton, c'est-à-dire que celui-ci diminue lorsque la dimension des gros granulats augmente. En moyenne, ce retrait atteint, après une durée variable, une valeur de l'ordre $\frac{4}{10\,000}$ (4 dixièmes de millimètre pour un mètre). Il augmente avec le dosage en ciment et en général avec sa finesse de mouture laquelle d'augmenter sa résistance. C'est pourquoi le retrait s'accroît en général avec la classe de résistance du ciment. Il diminue lorsque le durcissement du béton s'effectue en atmosphère humide.



Cette figure représente un béton destiné à une grosse pièce peu ou pas ferraille (gravillons dessinés en traits pleins et pointillés et, en surpression la section d'une poutre en béton armé. Les gravillons figurés en pointillés sont ceux qui empiétant sur les coffrages et la armatures et qu'il faudrait enlever aussi un peu de mortier correspondant aux parties d'armatures autres que celles qui se superposaient partiellement aux gravillons enlevés. Il se produirait aussi un réarrangement des gravillons restants, mais au total, le rapport $\frac{\text{gravillon}}{\text{mortier(sable)}}$ serait diminué. Donc, plus une pièce en béton armé est petite et ferraillée, plus il faut diminuer le diamètre des plus gros gravillons, mais plus aussi il faut augmenter la proportion de mortier (sable)

2.3 - Effet de paroi

La présence d'armatures souvent serrées et les dimensions assez modestes en général des pièces de béton armé font intervenir un phénomène appelé "effet de paroi" qui exige que l'on introduise d'autant moins de gravillon dans le béton que la pièce est de faible dimensions et que le ferraillage y est plus serré.

La figure explique cette nécessité.

2.4 - Résistance à la compression

On sait que le principe du béton armé consiste à utiliser au mieux les qualités mécaniques respectives du béton et de l'acier : ce dernier résiste bien aux efforts de traction (partie inférieure des poutres posées sur deux appuis et soumises à une flexion) alors que le béton, qui possède une bonne résistance à l'écrasement, supporte les efforts de compression à la partie supérieure de la poutre. La résistance à l'écrasement du béton est donc ici primordiale.

Tableau de résistances caractéristiques Fc_{28} en fonction du ciment et du dosage

Classe ciment		**45 et 45 R**		**55 et 55 R**	
Conditions de fabrication du béton		**CC**	**AS**	**CC**	**AS**
Fc_{28}	Ft_{28}				
16 MPa	1,56 MPa	300 kg/m^3			
20	1,80	350	325	325	300
22	1,92	x	350	350	325
25	2,10	x	400	375	350

CC : Conditions courantes de fabrication des bétons
AS : Avec auto-contrôle surveillé
x : Cas à justifier par une étude appropriée.

Le dosage normal du béton armé et 350 kg de ciment par m^3 de béton. La plasticité mesurée au Cône d'Abrams peut varier de 6 cm pour des pièces d'assez fortes dimensions et peu ferraillées à 15 cm pour des pièces minces ou très ferraillées dans lesquelles la pénétration du béton est difficile et suivant la méthode de mise en place.

3 - BETONS POUR DALLAGES

Une prochaine notice technique sera réservée à cette question. Néaumoins, les caractéristiques du béton convenant à ces ouvrage peuvent être précisées dès maintenant.

Le dosage à utiliser est de l'ordre de 300 kg de ciment portland 45 ou ciment portland de fer ou ciment au laitier et à la pouzzolane avec 800 litres de gravillons 5/20 et 450 litres de sable. La quantité d'eau doit être juste suffisante pour que le damage puisse être effectué sans reflux latéral du béton et avec obtention d'une surface fermé. (Soit un affaissement au Cône d'Abrams de 5 cm environ).

4 - BETONS CAVERNEUX

IV - Détermination de la composition du béton

De nombreuses méthodes de composition des bétons, basées sur des considérations théoriques diverses, ont été proposées et plusieurs d'entre elles sont appliquées en pratique.

La méthode "Dreux" est en fait une synthèse de celles qui ont abouti à des résultats favorables. Elle fournit dans chaque cas particulier une solution (béton satisfait aux nécessités du chantier, après légère mise au point éventuelle. Mais elle implique encore des manipulations et l'usage d'un matériel de laboratoire que les petits utilisateurs ne possèdent pas ; elle aboutit d'ailleurs à des dosages en poids.

En admettant quelques valeurs forfaitaires, notamment en ce qui concerne la teneur en humidité des granulats et son influence sur leur volume, la méthode "Dreux" elle est une méthode simplifiée qui est à la portée de tous les petits utilisateurs, car elle ne nécessité aucun calcul mais simplement l'usage de graphiques appelés abaques qui permettent, en partant des valeurs caractéristiques que doit présenter ce béton et de celle concernant les matériaux disponibles, de trouver automatiquement la solution (quantités de matériaux à utiliser) en suivant un cheminement définit par des règles précises.

L'évaluation préalable de l'humidité contenue dans les granulats peut être faites, soit par pesée avant et après dessiccation, soit plus simplement en appliquant les valeurs forfaitaires figurant dans le tableau ci-dessous :

Degré d'humidité des granulats		Sec	Humide	Mouillé	Trempé
POURCENTAGE d'eau en poids	dans le sable	0 à 3 %	4 à 7%	8 à 11%	12 à 15%
	dans le gravier	1 %	3 %	5 %	6%

Ces états apparents du sable sont précisés ci-dessous :

- **SEC** :

- Cas rare : les granulats présentent un aspect mat et laissent la main un peu poussiéreuse.

- **HUMIDE** :

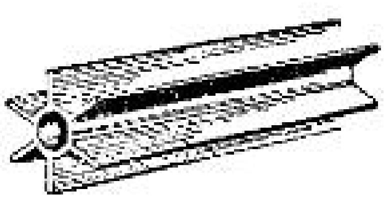
- Cas le plus courant : l'aspect des granulats est brillant, ils laissent la main mouillée ; les grains de sable y adhèrent légèrement et on peut en faire une boulette ne le comprimant,

<u>MOUILLE</u> :

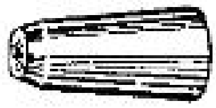
- Cas ne se présentant guère que pour des granulats subissant ou venant de subir une pluie importante,

- <u>TREMPE</u> :

- Cas rare : cela suppose des granulats complètement saturés d'eau et à peine égouttés.



Entretoise DURCHGANG

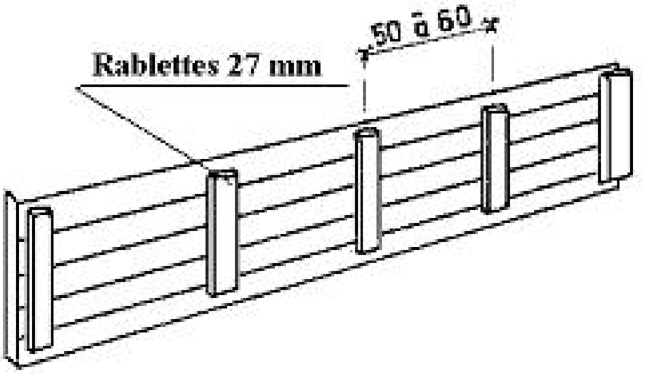


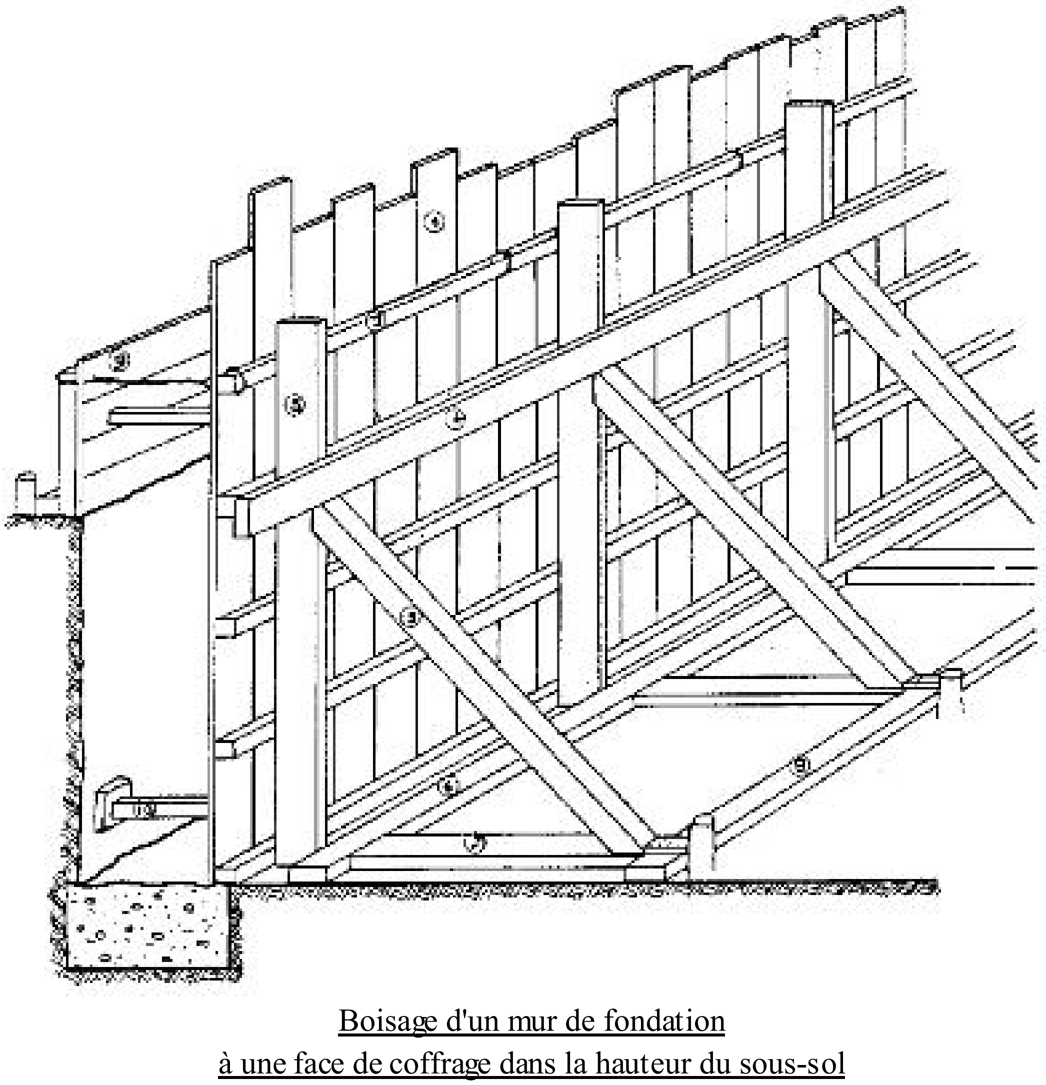
DECKI
Pour obstruer les trous oprès l'enlèvement des fils de tension

Le moule est fait de panneaux en planches de 27 mm jointives assemblées par des raclettes (chutes de planches) au moyen de pointes de 55 mm. On peut aussi employer des planches de 34 mm ou la volige pour du boisage courbe.

Les panneaux sont raidis par des chevrons.
Les éléments de soutien par des chevrons, des bastings ou des madriers.

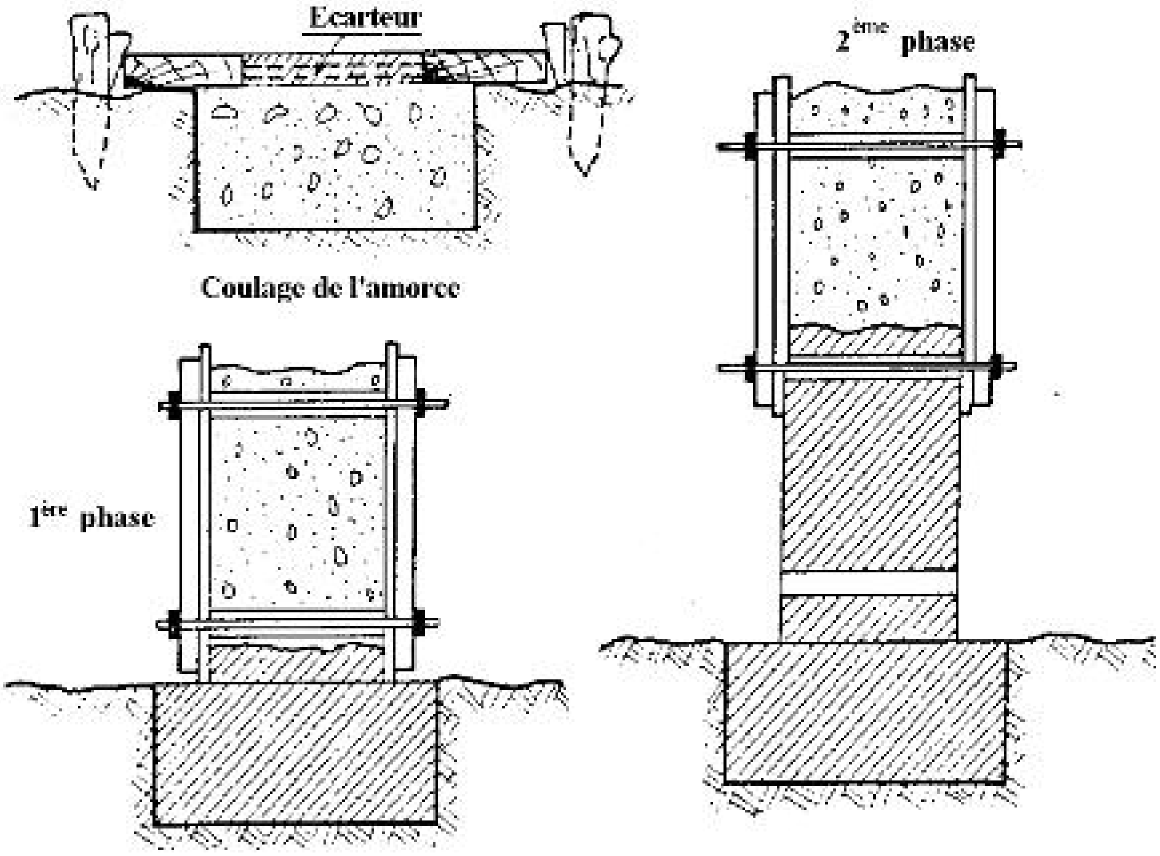
On emploiera aussi des accessoires d'assemblage dont le rôle est d'assurer l'exactitude des cotes, la stabilité et la facilité du démontage : entretoises, carcans, tiges filetées, clavettes de coffrage.





Boisage d'un mur de fondation
à une face de coffrage dans la hauteur du sous-sol

Le plus riche d'avenir, car il possède des qualités indéniables : légèreté, imputrescibilité, stabilité dimensionnelle, rapidité de pose et dépose, facilité d'entretien et de stockage. Par ailleurs, du fait de leur facilité de moulage les MP se prêtent particulièrement bien au boisage de formes compliquées non développables.



L'entretoise filetée peut être avantageusement remplacés par du fil de fer raidi à l'aide de tendeurs spéciaux dont la mise en oeuvre est plus aisée et rapide.

Les dimensions des banches seront tout d'abord limitées par les moyens de levage dont on dispose et ensuite par les moyens de raidissement qui devront leur être appropriés. En effet, il y a lieu de tenir compte de la poussée latérale exercée sur les parois cette poussée est variable suivant le degré de plasticité du béton, sa masse volumique, le vide de remplissage du moule, le mode de serrage et la température ambiante.